

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 53 357.1

**Anmeldetag:** 13. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** Visteon Global Technologies, Inc.,  
Dearborn, Mich./US

**Bezeichnung:** Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum  
Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen  
und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes

**IPC:** B 60 H 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

5           **Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in  
Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und  
Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes**

- 10   Die Erfindung betrifft eine kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes mittels einer Belüftungsanlage.

15   An die Belüftungsanlagen von Kraftfahrzeugen werden verschiedene Anforderungen gestellt. In erster Linie wird in der kalten Jahreszeit die Erwärmung der dem Fahrgastraum zuströmenden Luft im Vordergrund stehen.

20   Zunehmend werden Kraftfahrzeuge auch mit Klimaanlage ausgerüstet, welche dann die Kühlung der dem Fahrgastraum zuströmenden Luft im Sommer übernehmen.

25   Beim Einsatz einer Kälteanlage für die Kühlung ist es möglich, gerade in den Übergangszeiten zwischen warmer und kalter Jahreszeit, die Feuchtigkeit der dem Fahrgastinnenraum zuströmenden Luft herabzusetzen. Dazu wird der Verdampfer der Kälteanlage zur Entfeuchtung der Luft genutzt, welche nachfolgend mit dem Heizer des Motorkühlkreislaufer auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird. Auf diese Weise ist es möglich, ein Beschlagen der Scheiben wirkungsvoll zu verhindern.

30   Eine im Stand der Technik bekannte klassische Ausführung dieses kombinierten Betriebes ist in Fig. 1 zum besseren Verständnis der Erfindung einführend dargestellt.

5 Die Motorkühlung 2 besteht dabei in ihrer einfachsten Form aus einem  
Kühlmittelkreislauf, welcher üblicherweise mit einem Glykol-Wasser-Gemisch  
arbeitet, und aus einer Pumpe 12, welche das Kühlmittel über den Motor bzw.  
das Antriebsaggregat 13 des Kraftfahrzeuges zu einem Thermostatventil 14  
befördert, wo je nach Anforderung entweder der Heizungswärmeübertrager 5  
10 der Belüftungsanlage im Motorkühlkreislauf oder der Kühler 15 oder auch beide  
angeströmt werden, wonach sich der Kreislauf bei der Pumpe 12 wieder  
schließt.

Die Kälteanlage 1 besteht aus den Komponenten Kompressor bzw. Verdichter  
6, welcher das Kältemittel verdichtet, dem Außenwärmeübertrager 7 und dem  
15 inneren Wärmeübertrager 8 der Hochdruckseite sowie dem Expansionsorgan  
9. Nach dem Expansionsorgan 9 gelangt das entspannte Kältemittel in den  
Innenwärmeübertrager 4, der in der Belüftungsanlage 3 angeordnet ist und für  
die Entfeuchtung der zuströmenden Luft in der Übergangszeit oder für die  
Kühlung der Luft in der warmen Jahreszeit sorgt. Nach dem  
20 Innenwärmeübertrager/Verdampfer 4 durchströmt das Kältemittel den  
Akkumulator 10 zur Separierung und Speicherung von Flüssigkeit und Gas und  
den inneren Wärmeübertrager 11 auf der Niederdruckseite, gelangt schließlich  
den Kreislauf schließend zum Kompressor 6.

25 Das nachfolgende Erhitzen der entfeuchteten und gekühlten dem  
Fahrgastraum zuströmenden Luft wird auch als Reheat bezeichnet. Die  
Richtung des Luftstromes in der Belüftungsanlage 3 wird durch den Pfeil 16  
dargestellt.

30 Im Stand der Technik sind gleichfalls Systeme bekannt, welche für  
Kraftfahrzeuge die Kombination von Kälteanlage und Wärmepumpe zeigen. Ein  
derartiges System wird in Fig. 2 dargestellt.

Wiederum wird ein Kältemittelkreislauf einer Kälteanlage/Wärmepumpe 1 mit  
35 dem Motorkühlkreislauf der Motorkühlung 2 und der Belüftungsanlage 3 des

- 5 Kraftfahrzeuges kombiniert. Dabei wird der Motorkühlkreislauf 2 dahin gehend erweitert, dass als weiterer Verbraucher bzw. Abnehmer der Wärmeenergie des Motors ein Kopplungswärmeübertrager 17 zwischen dem Kältemittelkreislauf und dem Motorkühlkreislauf vorgesehen wird. Dieser Kopplungswärmeübertrager 17 nutzt die Wärme des Motorkühlkreislaufes zur  
10 Verdampfung des Kältemittels und stellt damit diese Wärme der Wärmepumpe als Verdampfungswärme zur Verfügung.

Für den Reheat-Betrieb im Kälteanlagenmodus wird in beiden genannten Systemen der Motorkühlkreislauf 2 verwendet. Dazu ist ein Heizungswärmeübertrager 5 vorgesehen. Im Kälteanlagenbetrieb wird also die Luft von dem  
15 als Verdampfer arbeitenden Innenwärmeübertrager 4 der Kälteanlage 1 entfeuchtet und anschließend vom Heizungswärmeübertrager 5 erwärmt.

Im Wärmepumpenbetrieb wird Wärme des Motorkühlkreislaufes 2 über den  
20 Kopplungswärmeübertrager 17 an den Kältemittelkreislauf 1 der Wärmepumpe übertragen, welcher die Wärme dann im als Kondensator/Gaskühler arbeitenden Innenwärmeübertrager 4 zur Beheizung der dem Fahrgastraum zuströmenden Luft abgibt. Für ein sehr effektives und dynamisches System ist es förderlich, wenn die in den Fahrzeuginnenraum strömende Luft in diesem  
25 Betriebsfall den Heizungswärmeübertrager 5 nicht durchströmt. Dies wird durch die Klappenstellung in der Luftverteilungskammer der Belüftungsanlage 3, auch Heating-, Ventilation-, Air-Conditioning-Anlage - HVAC genannt, erreicht.

Der Kältemittelkreislauf 1 bzw. der Motorkühlkreislauf 2 wird dabei durch den  
30 Kopplungswärmeübertrager 17 und entsprechende Umschaltventile und weiteres mehr im Vergleich zu dem vorangehenden System erweitert.

Den beschriebenen Systemen haftet der Nachteil an, dass die benötigten Wärmeübertrager sehr teuer sind und in den üblichen Gestaltungsvarianten

- 5 auch sehr viel Platz einnehmen, was einen großen Nachteil für mobile Anwendungen darstellt.

Aufgabe der Erfindung ist, eine Vorrichtung derart zu modifizieren, dass die Wärmeübertragungsaufgabe in der Belüftungsanlage eines Kraftfahrzeuges  
10 Platz sparend realisiert wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe von einer kombinierten Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes mittels einer  
15 Belüftungsanlage gelöst, in welcher der Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe über ein Innenwärmeübertragersystem mit der Belüftungsanlage thermisch gekoppelt ist. Das Innenwärmeübertragersystem weist zwei Funktionseinheiten auf, wobei die Funktionseinheiten im Heizbetrieb als Kondensator/Gaskühler der Wärmepumpe und im Kühlbetrieb als  
20 Verdampfer der Kälteanlage geschaltet sind und dass im Entfeuchtungsbetrieb mit Reheat in der Übergangszeit eine Funktionseinheit des Innenwärmeübertragersystems als Verdampfer und eine andere Funktionseinheit als Kondensator/Gaskühler geschaltet ist.

25 Vorteilhaft realisiert wird das Innenwärmeübertragersystem im Kältemittelkreislauf mit den zwei Funktionseinheiten derart ausgeführt, dass die beiden Funktionseinheiten baulich als ein Wärmeübertrager ausgeführt sind. Dabei wird ein Wärmeübertrager derart modifiziert, dass ein Teil seiner Kapazität als Verdampfer und ein anderer Teil seiner Kapazität als Kondensator/Gaskühler  
30 arbeitet, jedoch auch beide Funktionseinheiten einheitlich als Kondensator oder als Verdampfer arbeiten können.

Die vorgenannte Arbeitsweise, insbesondere des kombinierten Betriebes mit den zwei Funktionseinheiten, erfordert die Schaltung dieser Funktionseinheiten  
35 nach einer erfindungsgemäßen Ausführungsform über zwei Mehrwegeventile.

- 5 Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht in erster Linie darin, dass der Wärmeübertrager des Motorkühlkreislaufes eingespart werden kann und somit eine Komponente im Unterschied zu herkömmlichen Ausgestaltungsformen eingespart wird. Anstelle des eingesparten Wärmeübertragers sind nach der erfindungsgemäßen Realisierung lediglich ein  
10 bzw. zwei Ventile zusätzlich erforderlich, um die erfindungsgemäße Schaltung zu realisieren.

Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die Lösung bei zukünftigen innovativen Klimaanlagekonzepten, welche das  
15 Heizen und Kühlen durch die Kombination von Kälteanlage und Wärmepumpe realisieren, einsetzbar ist. Dadurch wird es möglich, dass im Frühling/Herbst, also der Übergangszeit, die Kombination von Kühlen/Entfeuchten im Teilastbetrieb und von Heizen im Reheat gleichzeitig mit der Kälteanlage/Wärmepumpe möglich wird. Der in der Belüftungsanlage für den  
20 Reheat-Betrieb bzw. im Winter für den Heizbetrieb erforderliche Kühlmittelluftwärmeübertrager des Motorkühlkreislaufes kann dadurch wie beschrieben entfallen.

Nach der Konzeption der Erfindung wird beim kombinierten Kühl- und  
25 Heizbetrieb zur Entfeuchtung in der Übergangszeit (Herbst/Frühling) für die Entfeuchtung der Verdichter der Klimaanlage in Betrieb genommen. Der thermodynamische Prozess erfordert, dass neben der Wärmeaufnahme im Verdampfer zur Entfeuchtung auch Wärme im Kondensator/Gaskühler abgegeben wird. Diese Wärme steht dem System zur Verfügung und wird für  
30 die Erwärmung der Luft im Reheat-Betrieb verwendet.

Im Winter bei sehr tiefen Temperaturen wird der Wärmepumpenbetrieb genutzt. Ist die Motorwärme ausreichend, wird das Kältemittel als Wärmeträger verwendet, der die Wärme vom Glykolwärmeübertrager zum Interiorwärme-

- 5 übertrager bzw. Innenwärmeübertrager überträgt. Der Verdichter überwindet dabei nur die Druckverluste im System und arbeitet somit als Pumpe.

Der Kühlbetrieb verläuft wie in einer konventionellen Kraftfahrzeugklimaanlage üblich.

10

Besonders vorteilhaft wird die Erfindung dadurch, dass bei zukünftigen Kälteanlagen/Wärmepumpen-Systemen kupplungslose Verdichter verwendet werden. Das bedeutet, dass der Verdichter immer in Betrieb sein wird.

- 15 Die Klimaanlage wird im Sommer bzw. im Winter zum Heizen bzw. Kühlen daher ständig verwendbar sein. Dabei wird die Anlage jeweils im Volllastmodus bei 100 % Heizen ohne Entfeuchtung bei sehr tiefen Umgebungstemperaturen im Winter oder bei 100 % Kühlen ohne Reheat bei sehr heißen Temperaturen im Sommer betrieben. Der Innenwärmeübertrager der Belüftungsanlage wird  
20 dabei ausschließlich als Verdampfer bzw. Gaskühler/Kondensator verwendet. Besonders vorteilhaft ist insbesondere eine Kälteanlage/Wärmepumpe unter Verwendung des Kältemittels Kohlendioxid.

- 25 In den meisten Anwendungsfällen wird die Anlage jedoch in Teillast und bei Umgebungsbedingungen betrieben, die ein Kühlen/Entfeuchten und Heizen erfordern. Teillast bedeutet, es wird nur ein Teil der maximalen Leistung des Systems bzw. der Komponenten benötigt. Da aber für das Entfeuchten und anschließende Heizen zwei Wärmeübertrager benötigt werden, wird der Innenwärmeübertrager konzeptionsgemäß in zwei Funktionseinheiten  
30 unterteilt. Für diesen Anwendungsfall wird dieser Wärmeübertrager gleichzeitig als Verdampfer und Gaskühler/Kondensator arbeiten.

- Konzeptionsgemäß wird die Kälteanlage/Wärmepumpe derart betrieben, dass im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb der Kältemittelmassenstrom zur  
35 Wärmeabgabe für den Reheat über eine der Funktionseinheiten und

- 5 anschließend nach Entspannung über die andere der Funktionseinheiten zur Entfeuchtung der Luft geführt wird.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb der Kältemittelmassenstrom nach dem  
10 Verdichter in Teilströme aufgeteilt und ein Teilstrom für den Reheat und ein anderer Teilstrom für die Entfeuchtung in den jeweiligen Funktionseinheiten genutzt. Die Kältemittelteilströme werden dann je nach Ausgestaltung der Schaltung vor der Verdichtung zusammengeführt.

- 15 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung wird dadurch realisiert, dass die Funktionseinheiten mit einem beidseitig durchströmbaren Expansionsorgan mit Bypass verbunden sind und dass ein weiteres beidseitig durchströmbares Expansionsventil mit Bypass im Kältemittelkreislauf vorgesehen ist. Dabei ist wesentlich, dass das Expansionsventil mit Bypass in  
20 der Bypassstellung nicht drosselt, sondern vollständig öffnet.

Äußerst vorteilhaft ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, dass als Wärmequelle für den Wärmepumpenbetrieb ein Kopplungswärmeübertrager fungiert, welcher den Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe und den Kühlmittelkreislauf der Motorkühlung thermisch koppelt. Dabei  
25 wird Wärme vom Kühlmittelkreislauf der Motorkühlung an den Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe übertragen.

Gleichermaßen vorteilhaft ist es, als Wärmequelle für den Wärmepumpenbetrieb einen Luftwärmeübertrager vorzusehen, welcher beim Wärmepumpenbetrieb Wärme aus der Luft auf den Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe überträgt.  
30

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, mit welcher nicht der ganze Vorteil  
35 der erfindungsgemäßen Lösung realisiert wird, ist, wenn im Innenwärme-



- 5 Übertragersystem zusätzlich ein Heizungswärmeübertrager des Motorkühlkreislauftes in die Belüftungsanlage integriert wird. Auf diese Art und Weise kann ein gemischter Betrieb bzw. ein unterstützter Heizbetrieb des Gesamtsystems realisiert werden.
- 10 Der Vorteil dieser modifizierten erfindungsgemäßen Lösung besteht in erster Linie darin, dass der Wärmeübertrager des Motorkühlkreislauftes kleiner ausgeführt werden kann.
- Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:
- 15

Fig. 1: Fließbild Kälteanlage Motorkühlung und Belüftungsanlage,

Fig. 2: Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe als Kältemittelkreislauf und modifizierter Motorkühlkreislauf mit Glykolwärmeübertrager und Heizungswärmeübertrager in der Belüftungsanlage,

Fig. 3: Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe mit Innenwärmeübertragersystem aus zwei Funktionseinheiten im Kältemittelkreis,

Fig. 4: Kälteanlage/Wärmepumpe mit 6/2- und 3/2-Wegeventil,

Fig. 5: Übersicht über die Ventilstellungen der Mehrwegeventile A, B, C und D,

Fig. 6: Mehrwegeventil 18,

Fig. 7: Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe mit beidseitig durchströmbaren Expansionsventilen mit Bypass,

Fig. 8: Übersicht über die Ventilstellungen der Mehrwegeventile A, B, C und D,

Fig. 9 Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb,

Fig. 10 Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb mit Einbindung des Kopplungswärmeübertragers.

- 5 In Fig. 3 wird eine bevorzugte Ausgestaltungsform der Erfindung anhand eines Schaltbildes gezeigt. Dieses System gewährleistet neben dem Kühlen und Heizen auch eine sehr komfortable Entfeuchtung im Reheatbetrieb der Anlage.

Die Hauptkomponenten der erfindungsgemäßen Gesamtanlage bestehen aus  
10 einer Kälteanlage/Wärmepumpe 1 der Motorkühlung mit dem Kühlkreislauf 2 und der Belüftungsanlage 3 eines Kraftfahrzeuges.

Im Kälteanlagenbetrieb wird das Kältemittel, vorzugsweise Kohlendioxid, im Kompressor auf Hochdruck verdichtet, durchströmt das Mehrwegeventil 21 und  
15 wird im Außenwärmeübertrager 7 abgekühlt. Es durchströmt hernach die Hochdruckseite des inneren Wärmeübertragers 8, wird im beidseitig durchströmbaren Expansionsorgan 91 entspannt und gelangt schließlich in die Funktionseinheit A 41 und über das Mehrwegeventil D 18 in die Funktionseinheit B 42 des Innenwärmeübertragers.

20 Das Kältemittel durchströmt die Funktionseinheiten A 41 und B 42 und nimmt aus der in Pfeilrichtung 16 strömenden Luft Wärme auf.

Das Kältemittel gelangt über das Mehrwegeventil A 19 und das Mehrwegeventil B 20 sowie den Akkumulator 10 und die Niederdruckseite des  
25 Innenwärmeübertragers 11 zum Kompressor 6. Der Kältemittelkreislauf im Kälteanlagenbetrieb ist geschlossen.

Im Wärmepumpen oder Heizbetrieb des Systems wird der Kältemitteldampf im Kompressor 6 verdichtet und gelangt über die Mehrwegeventile C 21 und A 19  
30 in die Funktionseinheit B 42 und weiter über das Mehrwegeventil D 18 in die Funktionseinheit A 41 des Innenwärmeübertragersystems. Dort wird das Kohlendioxid über- bzw. unterkritisch vom Luftstrom mit der Richtung 16 abgekühlt.

5 Das abgekühlte bzw. kondensierte Kältemittel durchströmt das beidseitig durchströmbare Expansionsventil 91 und gelangt zum Kopplungswärmeübertrager 17, welcher Wärme aus dem Motorkühlkreislauf der Motorkühlung 2 an den Kältemittelstrom überträgt. In diesem Falle arbeitet der Kopplungswärmeübertrager 17 als Verdampfer. Der Kältemitteldampf gelangt  
10 schließlich über das Mehrwegeventil B 20 und den Akkumulator 10 über die Niederdruckseite des inneren Wärmeübertragers 11 zum Kompressor 6, der Kreislauf ist geschlossen.

15 Im Frühling/Herbst, also den Übergangsjahreszeiten, wird der Reheat, das heißt, eine Entfeuchtung der in den Fahrgastinnenraum strömenden Luft mit anschließender Erwärmung der Luft, benötigt. Dies geschieht, um die erwärmte Luft derart zu konditionieren, dass sie nicht an den Scheiben kondensiert und damit zu einer Verschlechterung der Sichtverhältnisse in der Fahrzeugkabine führt.

20

Im Entfeuchtungs- bzw. Reheat-Betrieb wird das Kältemittel im Kompressor 6 verdichtet und anschließend im Mehrwegeventil C 21 in zwei Masseströme aufgeteilt.

25 Der erste Teil des Massestromes gelangt über das Mehrwegeventil A 19 in die Funktionseinheit B 42 des Innenwärmeübertragersystems und wird dort unter Wärmeabgabe abgekühlt, realisiert folglich in der Belüftungsanlage 3 den Reheat, der Kältemitteldampf gelangt schließlich über das Mehrwegeventil D 18, wo es entspannt wird, zum Mehrwegeventils A 19 und über das Mehrwegeventil B 20 zum Akkumulator 10 und die Niederdruckseite des  
30 inneren Wärmeübertragers 11 in den Kompressor 6 zur Verdichtung.

Der zweite Teil des Kältemittelmassenstromes gelangt über das Mehrwegeventil C 21 in den Außenwärmeübertrager 7, den inneren Wärmeübertrager/Hochdruckseite 8, das Entspannungsorgan 91 in die  
35 Funktionseinheit A 41 des Innenwärmeübertragersystems und führt folglich

5 durch Verdampfung des Kältemittels und Abkühlung der Luft zu deren Entfeuchtung. Der entstehende Kältemitteldampf vereinigt sich im Mehrwegeventil D 18 mit dem Kältemittel aus der Funktionseinheit B 42.

Die Kälteleistung wird beispielsweise durch die Drehzahl des Lüfters bzw. Fan  
10 des Außenwärmeübertragers 7 geregelt, womit die Überhitzung des Kältemittels in der Funktionseinheit A 41 beeinflusst werden kann.

Das Mehrwegeventil C 21 wird in verschiedenen Modifizierungen ausgeführt. Im separaten Heiz- bzw. Kühlbetrieb ist es in der jeweiligen Stellung zu 100 %  
15 offen. Während des kombinierten Kühl- und Heizbetriebes kann es in beide Richtungen zum Kühlen oder Heizen zu 100 % geöffnet sein. Das System wird jeweils durch das Expansionsorgan 91 bzw. das Orifice 27 gemäß Fig. 6 geregelt.

Alternativ dazu wird das Mehrwegeventil C 21 getaktet und lässt in die jeweilige  
20 Richtung nur die benötigte Kältemittelmenge durch.

Das Mehrwegeventil D 18 gibt beim separaten Heizen oder Kühlen den vollen Durchströmquerschnitt frei, um jedwede signifikante Druckbeeinträchtigung zu verhindern. Der Weg zum Mehrwegeventil A 19 hin muss nicht geschlossen  
25 sein, nur beim Umschalten auf kombiniertes Kühlen und Heizen ist dieser Querschnitt zu unterbrechen, so dass das Niederdruckkältemittel bzw. Kohlendioxid durch einen freien Querschnitt und das Hochdruckkältemittel/Kohlendioxid durch einen engen Querschnitt gedrosselt wird. Dies wird als Festdrossel oder regelbar ausgeführt. Im Anschluss vermischen sich  
30 beide Ströme und fließen in Richtung des Mehrwegeventils A 19.

Dabei wird nach der Konzeption mit zwei Masseströmen im Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb gearbeitet. Die verschiedenen Masseströme werden innerhalb des Kreislaufes, jedoch spätestens vor dem Verdichter, wieder  
35 zusammengeführt.

- 5 Ganz besonders vorteilhaft ist für diese erfindungsgemäße Ausgestaltung, dass ein Heizungswärmeübertrager in der Belüftungsanlage eingespart wird und damit der Platzbedarf sinkt.

Ein weiteres Problem kann mit diesem Kreislauf passiv verringert werden.

- 10 Nach dem Betrieb der Anlage im Kälteanlagen-Modus kann sich Feuchtigkeit im Verdampfer ansammeln. Wird anschließend in den Wärmepumpen-Modus geschaltet, kann es zum Beschlagen der Scheiben kommen, dieser Effekt wird auch als „flash fogging“ bezeichnet.



- 15 Betreibt man jedoch die erfindungsgemäße Anlage im kombinierten Betrieb und sorgt dafür, dass nur der Kälteanlagenenteil betrieben wird, wird die gekühlte und getrocknete Luft beim Durchströmen der Funktionseinheit B 42 diese trocknen.

- 20 Ist die Funktionseinheit B 42 soweit getrocknet, dass kein flash fogging mehr auftritt, wird auch der Heizkreislauf in Betrieb genommen.

Hervorzuheben ist gleichfalls die Ausführung des Mehrwegeventils D 18, deren Drosselquerschnitt stetig veränderbar ausgebildet wird bzw. als Fstdrossel



- 25 ausgestaltet ist.

Die Ölzirkulation im Kältemittelkreislauf wird durch eine entsprechende Verdichterdrehzahländerung, den Kolbenhub bzw. Kreislaufumschaltungen gewährleistet.

30

Auf der Basis eines kombinierten Temperatur/Feuchtesensors entscheidet eine Steuerung oder Regelung, ob der kombinierte Kreislauf oder ein separater Heiz- oder Kühlkreislauf verwendet wird.

- 5 Bei Verwendung des Kältemittels  $\text{CO}_2$  wird ein besonderer Effekt dadurch erreicht, dass das beidseitig durchströmbare Expansionsventil 91 beim separaten Heizbetrieb derart ausgebildet ist, dass es annähernd auf den Durchmesser des Rohrquerschnittes geöffnet werden kann. Alternativ dazu kann an einer bestimmten Ventilstellung ein Bypass freigegeben werden. Dies
- 10 wird benötigt, wenn im Heizbetrieb der Kältemittelkreislauf nur als Wärmeträgerkreislauf arbeitet, was der Fall ist, wenn der Glykolkreislauf bzw. der Kühlmittelkreislauf der Motorkühlung 2 erwärmt ist und das Kältemittel Kohlendioxid die Wärme in den Innenraum des Kraftfahrzeuges transportiert. Bei der Nutzung des Kältemittels  $\text{CO}_2$  als Wärmeträger ist es vorteilhaft und
- 15 erfindungsgemäß möglich, dass der Prozess außerhalb des Zweiphasengebietes realisiert wird.

Ein erfindungsgemäß ausgebildetes Mehrwegeventil D 18 wird in Fig. 6 dargestellt.

20

In Fig. 4 werden die erfindungsgemäßen Prozesse durch verschiedene Pfeile schematisch dargestellt. Die Legende zur Zuordnung der Pfeile ist in Fig. 5 zu sehen.

25

Fig. 5 zeigt eine Übersicht über die Schaltstellung der Mehrwegeventile A, B C und D 19, 20, 21 und 18, wobei den entsprechenden Betriebsweisen, separates Kühlen, separates Heizen und kombiniertes Kühlen und Heizen die entsprechenden Pfeile zugeordnet sind.

- 30 Das Mehrwegeventil D 18 gemäß Fig. 6 wird erfindungsgemäß derart ausgestaltet, dass der Rohrquerschnitt über einen Verschlusselement 22 vollständig verschlossen oder vollständig geöffnet werden kann. Der Anschluss 23 weist zum Funktionselement 42, der Anschluss 24 zum Funktionselement 41. Der Anschluss 25 ist mit dem Mehrwegeventil A 19 verbunden. Neben dem
- 35 die Anschlüsse 23 und 24 direkt verbindenden Rohrquerschnitt ist ein weiterer

- 5 Kanal 26 für den kombinierten Kälteanlagen/Wärmepumpenbetrieb vorgesehen, nämlich dann, wenn das Verschlusselement 22 die direkte Verbindung zwischen 23 und 24 verschließt. Der im kombinierten Betrieb von der Funktionseinheit 42 kommende Kältemittelstrom wird im Mehrwegeventil D 18 über das Orifice bzw. die Festblende 27 gedrosselt und vereint sich danach  
10 mit dem Kältemitteldampf aus dem Funktionselement 41 und gelangt, wie beschrieben, über den Anschluss 25 zum Mehrwegeventil A 19.

Gleichfalls vorteilhaft ausführbar ist die Erfindung dadurch, dass das Orifice 27 als regelbares Expansionsorgan ausgeführt wird.

- 15 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung lässt sich das Mehrwegeventil D 18 mit dem Mehrwegeventil A 19 baulich zu einer Einheit kombinieren. Sofern das Orifice 27 im Mehrwegeventil A 19 angeordnet wird, kann der Strang auch als regelbares Ventil ausgeführt werden, derart, dass die Spule beim Einschalten das Absperrventil stellt und dann die Stellung des  
20 Expansionsventils beeinflusst.

- Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Kreislauf gemäß Fig. 7 dahingehend modifiziert, dass anstelle der Mehrwegeventile A 19 und D 18 kombinierte beidseitig durchströmbare  
25 Expansionsorgane mit Bypass 92, 93 eingesetzt werden.

Mit dieser Ausführungsform ist das separate Kühlen bzw. das separate Heizen in vollem Umfang möglich.

Beim kombinierten System gibt es zwei Varianten, einmal stärker Heizen oder stärker Kühlen.

- 30 Bei der Variante kombinierter Kühl- und Heizbetrieb mit einer höheren Kapazität für Kühlen wird eine andere Strömungsrichtung 16 des Luftstromes in der Belüftungsanlage 3 erfordert als bei den Varianten kombinierter Kühl- und Heizbetrieb bei stärkerer Heizanforderung, bei separatem Kühlen bzw. separatem Heizen.

- 5 Das in Fig. 7 gezeigte erfindungsgemäße Konzept gewährleistet neben dem Kühlen und Heizen auch die Entfeuchtung-Reheat der Anlage, jedoch bei einem deutlich geringerem Komfort, aber auch einem deutlich geringeren anlagentechnischen Aufwand.

- Das Innenwärmeübertragersystem ist, wie in Fig. 3 dargestellt, getrennt in die  
 10 Funktionseinheiten 41 und 42 ausgeführt. Das separate Kühlen und Heizen funktioniert ohne jede Einschränkung im Vergleich zu dem nach Fig. 3 dargestellten System. Der kombinierte Betrieb unterscheidet sich je nach Strömungsrichtung des Kältemittels in einen Kreislauf, in welchem stärker gekühlt bzw. stärker geheizt wird.

- 15 Das Kältemittel strömt im kombinierten Betrieb mit stärkerer Heizleistung mit Entfeuchtung durch die Funktionseinheit 42 und wird danach im beidseitig durchströmbaren Expansionsventil 92 gedrosselt. In der zweiten Funktionseinheit 41 liegt somit gedrosseltes Kältemittel zum Entfeuchten vor.

- 20 Wird jedoch zu wenig zugeheizt, so ist auch die entsprechende Kälteleistung gering. Der Luftstrom in der Belüftungsanlage 3 verläuft in gleicher Weise wie in Fig. 3.

- Im kombinierten Betrieb mit einer stärkeren Kühlleistung und Entfeuchtung wird  
 25 das Kältemittel zwischen den beiden Funktionseinheiten 41, 42 des Innenwärmeübertragersystems im beidseitig durchströmbaren Expansionsventil 92 entspannt. Da das Kältemittel bereits im Außenwärmeübertrager 7 und im inneren Wärmeübertrager 8 abgekühlt wurde, steht nur noch eine geringe Heizleistung in der Funktionseinheit 41, aber eine große Kälteleistung  
 30 in der Funktionseinheit 42 zur Verfügung. Deshalb wird dieser Modus auch als Modus mit erhöhter Kälteleistung bezeichnet. Die Abkühlung des Kältemittels Kohlendioxid kann durch die Drehzahl des Motorgebläses (Fan) beeinflusst werden.



- 5 Der Luftstrom 16 in der Belüftungsanlage 3 muss in diesem Modus umgekehrt werden, da sonst zunächst geheizt und im Anschluss gekühlt wird. Das bedeutet, dass die beiden Funktionseinheiten 41, 42 ihre Funktionen in diesem Modus getauscht haben. Die letztgenannte Schaltung wird dadurch ermöglicht, dass im beidseitig durchströmbaren Expansionsventil mit Bypass 93 die
- 10 Bypassschaltung für das Kältemittel gewählt wird.

Vorteilhaft für diese Ausgestaltung ist, dass gleichfalls der Heizungswärmeübertrager des Motorkühlkreislafes der Motorkühlung 2 nicht benötigt wird. Wiederum kann durch einen kombinierten Temperatur/Feuchtesensor geregelt werden, ob ein kombinierter Kreislauf Verwendung finden soll. Zu einem

15 verringerten apparativen Aufwand führt der Umstand, dass in jeder Betriebsart nur mit einem Massestrom gefahren wird.

- Die Ausführung der beidseitig durchströmbaren Expansionsorgane mit Bypass
- 20 A und D 92, 93 erfolgt mit regelbaren Drosselquerschnitten oder als Feströsseln.

- Die beidseitig durchströmbaren Expansionsventile 92, 93 können den Strömungsquerschnitt im separaten Heizbetrieb oder Kälteanlagenbetrieb
- 25 annähernd auf den Durchmesser des Rohrquerschnittes öffnen oder aber auch ab einer bestimmten Ventilstellung den Bypass freigeben. Dies ist wiederum dann nötig, wenn im Heizbetrieb der Kältemittelkreislauf nur als Wärmeträgerkreislauf arbeitet.

- 30 Wiederum wird die Ölzirkulation durch entsprechende Verdichterdrehzahländerungen, Kolbenhub bzw. Kreislaufumschaltungen gewährleistet. Fig. 8 zeigt eine Übersicht über die Stellung der beidseitig durchströmbaren Expansionsventile A, D 92, 93 und der Mehrwegeventile B 20, C 21, wobei den entsprechenden Betriebsweisen, separates Kühlen, separates Heizen und
- 35 kombiniertes Kühlen und Heizen mit höherer Kälteleistung und dem

- 5 kombinierten Heizen und Kühlen mit höherer Heizleistung die entsprechenden Pfeile 16 der Strömungsrichtung der Luft in der Belüftungsanlage zugeordnet sind.

10 In Fig. 9 wird eine kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb dargestellt. Dabei wird durch die erfindungsgemäße Anordnung der Komponenten der kombinierte Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb mit und ohne Trennung bzw. Aufteilung des Kältemittelmassenstromes möglich.

15 Bei der Schaltung des Kältemittelkreislaufes ohne Teilströme wird das Kältemittel zunächst im Verdichter bzw. Kompressor 6 verdichtet und über das Mehrwegeventil C 21 zur Funktionseinheit B 42 geleitet, welche hier als Kondensator/Gaskühler arbeitet. Danach gelangt das Kältemittel über eine Kältemittelleitung mit Absperrorgan 28 zum beidseitig durchströmbaren Expansionsorgan 91 und wird dort entspannt und nimmt schließlich in der Funktionseinheit A 41 bei der Entfeuchtung der Luft Wärme auf. Über das Mehrwegeventil D 18, den Akkumulator 10 und den inneren Wärmeübertrager bei Niederdruck 11 gelangt das Kältemittel schließlich zurück zum Verdichter 6.

25 Die erfindungsgemäße Vorrichtung arbeitet bei kombiniertem Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb mit geteiltem Kältemittelmassenstrom derart, dass ein Kältemittelteilstrom in gleicher Weise durch die Anlage geführt wird, wie im Betrieb bei ungeteiltem Kältemittelmassenstrom, während der andere Teilstrom nach dem Verdichter 6 über das Mehrwegeventil C 21, den Außenwärmeübertrager 7, den inneren Wärmeübertrager auf der Hochdruckseite 8 zum beidseitig durchströmbaren Expansionsorgan 91 geführt wird, wo sich die beiden Kältemittelmassenströme vereinen und gemeinsam entspannt werden.

- 5 Die Betriebsarten Kälteanlage und Wärmepumpe lassen sich mit der in Fig. 9 dargestellten Vorrichtung analog den vorher beschriebenen Vorrichtungen realisieren.

- 10 In Fig. 10 wird nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ein Kältemittelteilstrom des Wärmepumpenkreislaufes bzw. der zusammengeführte Gesamtkältemittelmassenstrom von Kälteanlagen- und Wärmepumpenkreislauf durch den Kopplungswärmeübertrager 17 geführt.

- 15 Die Überhitzung wird über ein getaktet geschaltetes Ventil im Motorkühlkreislauf 2 geregelt.

Das Mehrwegeventil D 18 weist dabei am Anschluss 25 ein zusätzliches Absperrorgan auf.

## 5 LISTE DER BEZUGSZEICHEN

- 1 Kälteanlage/Wärmepumpe
- 2 Motorkühlung/Motorkühlkreislauf
- 3 Belüftungsanlage eines Kraftfahrzeuges
- 4 Innenwärmeübertrager – Verdampfer
- 41 Innenwärmeübertrager – Funktionseinheit A
- 42 Innenwärmeübertrager - Funktionseinheit B
- 5 Heizungswärmeübertrager der Belüftungsanlage im Motorkühlkreislauf
- 6 Kompressor/Verdichter
- 7 Außenwärmeübertrager – Exteriorwärmeübertrager
- 8 innerer Wärmeübertrager der Hochdruckseite IHX
- 9 Expansionsorgan
- 91 beidseitig durchströmbares Expansionsorgan ohne Bypass
- 92 beidseitig durchströmbares Expansionsorgan mit Bypass
- 93 beidseitig durchströmbares Expansionsorgan mit Bypass
- 10 Akkumulator
- 11 innerer Wärmeübertrager der Niederdruckseite IHX
- 12 Pumpe Motorkühlkreislauf
- 13 Motor/Antriebsaggregat des Kraftfahrzeuges
- 14 Thermostatventil
- 15 Kühler
- 16 Richtung des Luftstromes
- 17 Kopplungswärmeübertrager zwischen Kältemittelkreislauf und Motorkühlkreislauf
- 18 Mehrwegeventil D
- 19 Mehrwegeventil A
- 20 Mehrwegeventil B
- 21 Mehrwegeventil C
- 22 Verschlusselement
- 23 Anschluss
- 24 Anschluss
- 25 Anschluss
- 26 Kanal
- 27 Orifice/Festdrossel/Festblende
- 28 Absperrorgan

## 5 PATENTANSPRÜCHE

1. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes mittels einer Belüftungsanlage (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe (1) über ein Innenwärmeübertragersystem mit der Belüftungsanlage (3) thermisch gekoppelt ist und dass das Innenwärmeübertragersystem zwei Funktionseinheiten A, B (41, 42) aufweist, wobei die Funktionseinheiten A, B (41, 42) im Heizbetrieb als Kondensator/Gaskühler der Wärmepumpe und im Kühlbetrieb als Verdampfer der Kälteanlage geschaltet sind und dass im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb eine der Funktionseinheiten A, B (41, 42) als Verdampfer und die andere als Kondensator/Gaskühler geschaltet ist.
2. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenwärmeübertragersystem im Kältemittelkreislauf mit den zwei Funktionseinheiten A, B (41, 42) baulich als ein Wärmeübertrager ausgeführt ist.
3. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktionseinheiten A, B (41, 42) über ein 3/2-Mehrwegeventil (18) und ein 4/2-Mehrwegeventil (19) in den Kälteanlagen-/Wärmepumpenkreislauf (1) eingebunden sind.

- 5 4. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktionseinheiten A, B (41, 42)  
über ein beidseitig durchströmbares Expansionsorgan mit Bypass (92)  
miteinander verbunden sind und dass ein weiteres beidseitig  
durchströmbares Expansionsorgan mit Bypass (93) im  
10 Kältemittelkreislauf vorgesehen ist.
5. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis  
4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmequelle für den  
Wärmepumpenbetrieb ein Kopplungswärmeübertrager (17) vorgesehen  
ist, welcher den Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe (1)  
und den Kühlmittelkreislauf der Motorkühlung (2) thermisch koppelt,  
wobei Wärme vom Kühlmittelkreislauf der Motorkühlung (2) an den  
Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe (1) übertragen wird.
6. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis  
4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmequelle für den  
20 Wärmepumpenbetrieb ein Luftwärmeübertrager vorgesehen ist, welcher  
im Wärmepumpenbetrieb Wärme aus der Luft auf den  
Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe (1) überträgt.
7. Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis  
6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Innenwärmeübertragersystem  
zusätzlich ein Heizungswärmeübertrager (5) des Motorkühlkreislaufes  
25 (2) in der Belüftungsanlage (3) vorgesehen ist.
8. Verfahren zum Betreiben einer kombinierten Kälteanlage/Wärmepumpe  
nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im  
kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb der Kältemittelmassenstrom  
zur Wärmeabgabe für den Reheat über eine der Funktionseinheiten A, B  
30

- 5 (41, 42) und anschließend nach Entspannung über die andere der Funktionseinheiten A, B (41, 42) zur Entfeuchtung der Luft geführt wird.
9. Verfahren zum Betreiben einer kombinierten Kälteanlage/Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb der Kältemittelmassenstrom nach dem Verdichter in Teilströme aufgeteilt wird und ein Teilstrom für den Reheat und ein anderer Teilstrom für die Entfeuchtung in den jeweiligen Funktionseinheiten A, B (41, 42) genutzt werden.
- 10

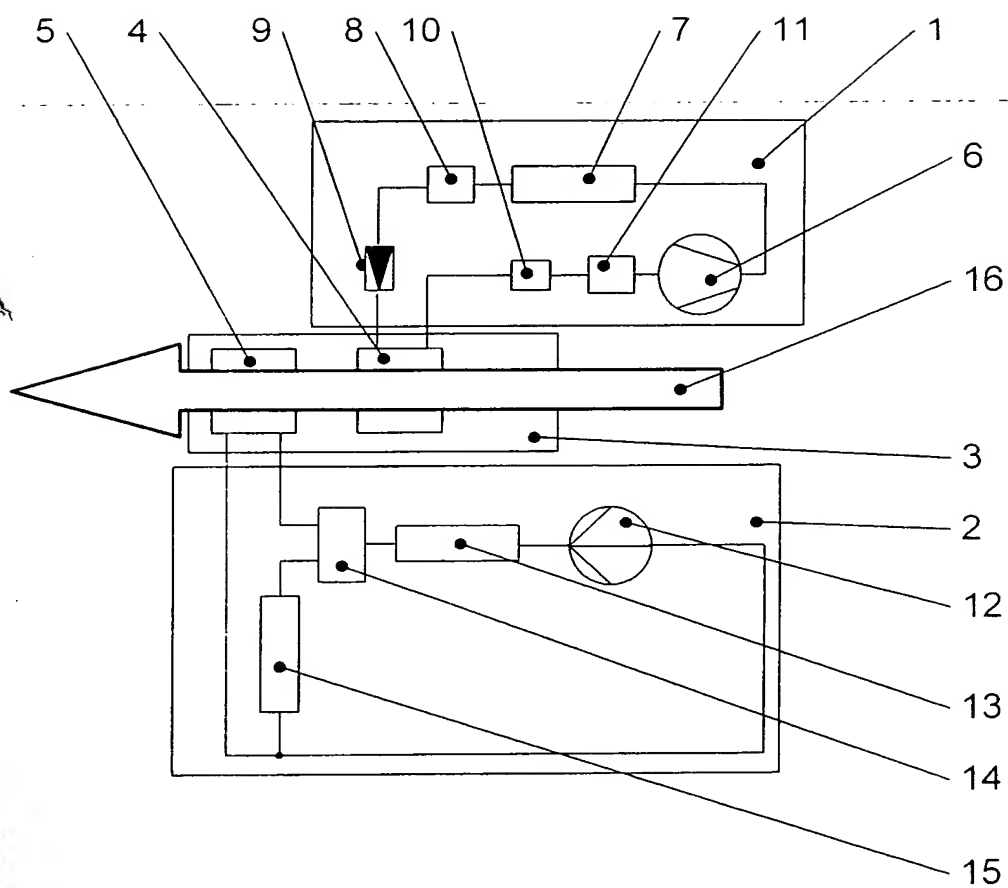


Fig. 1



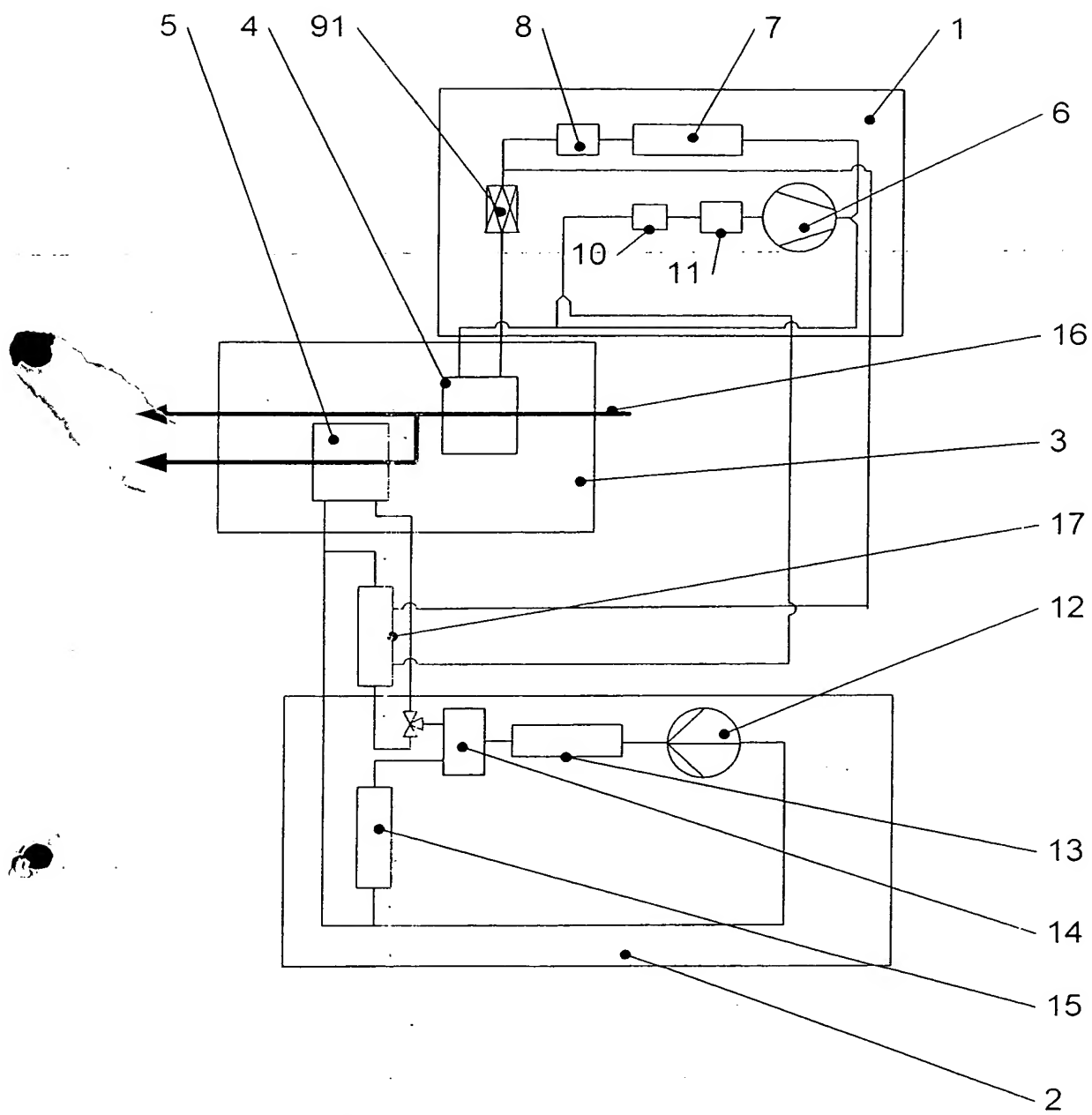


Fig. 2

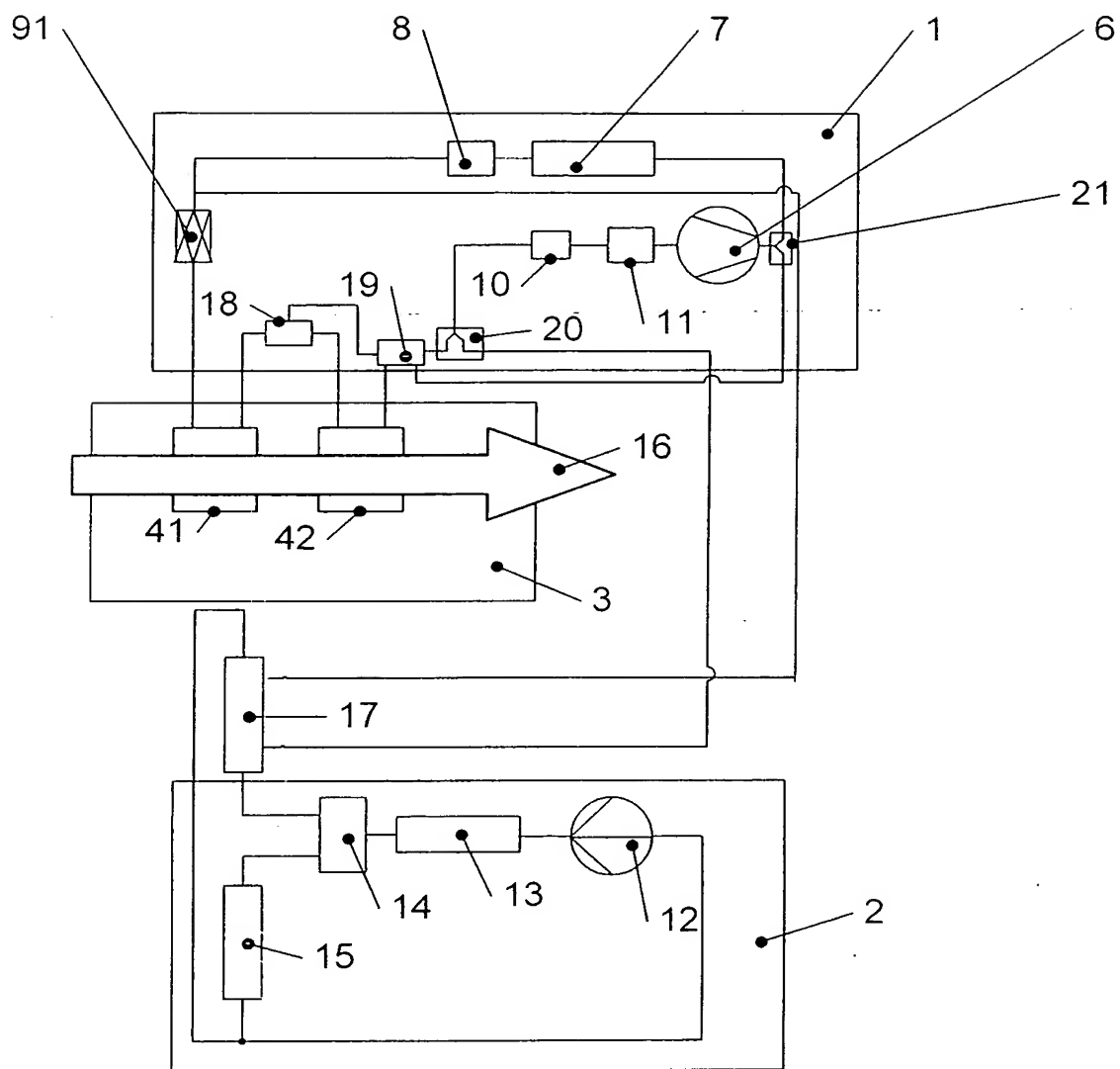


Fig. 3

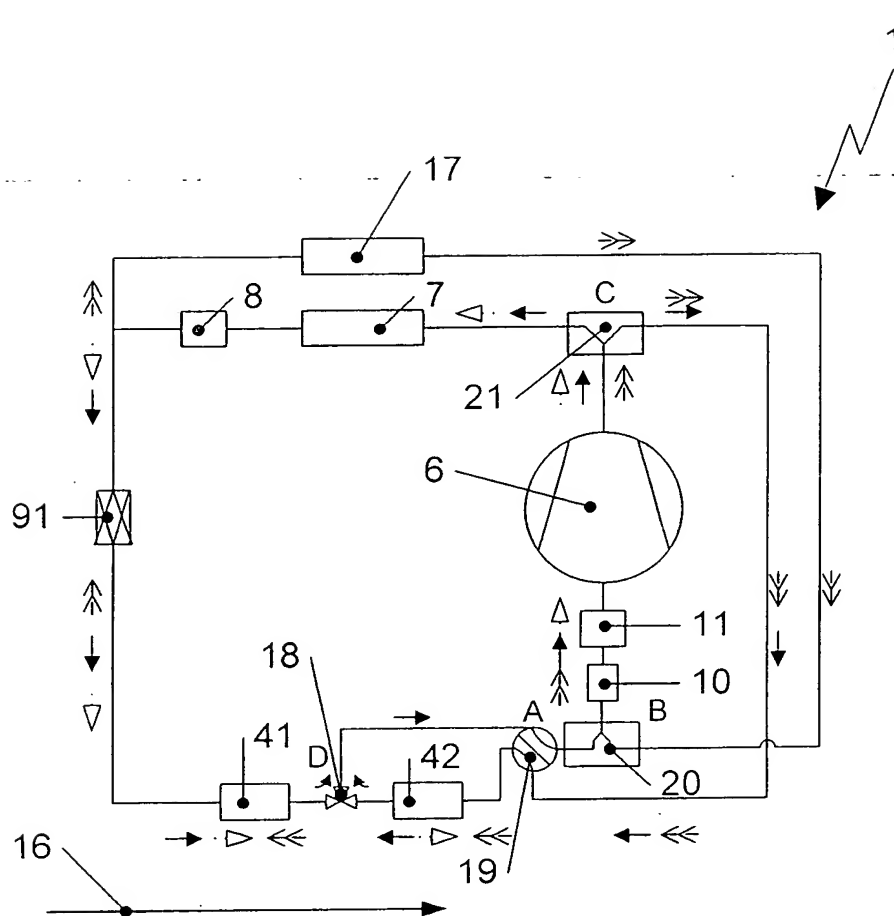


Fig. 4

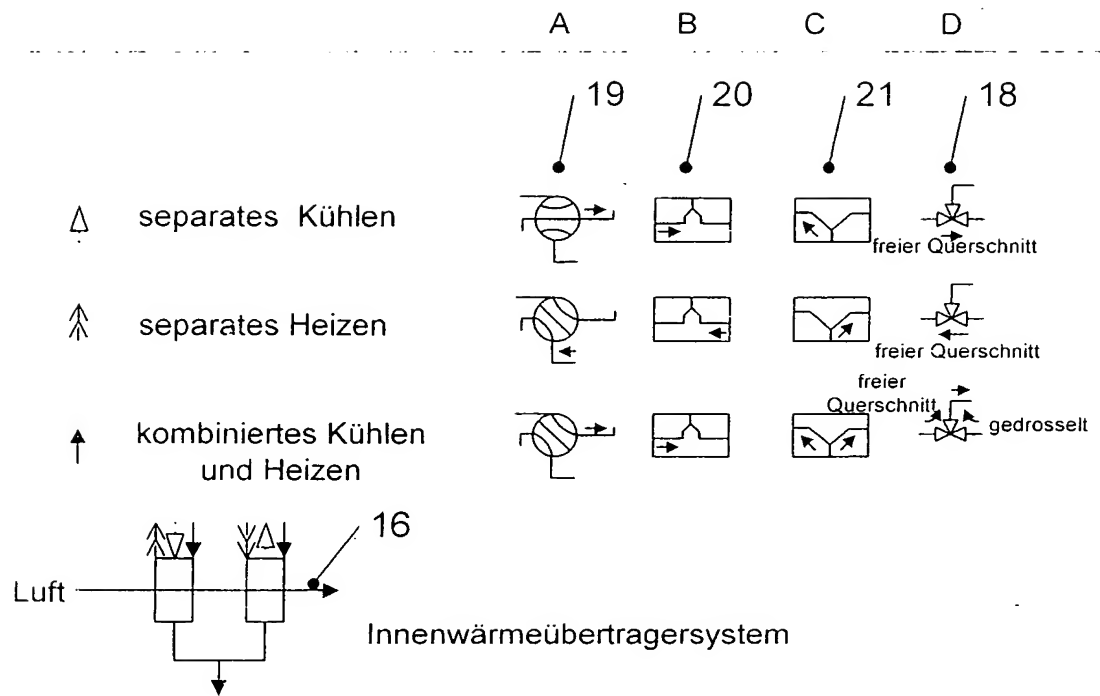


Fig. 5

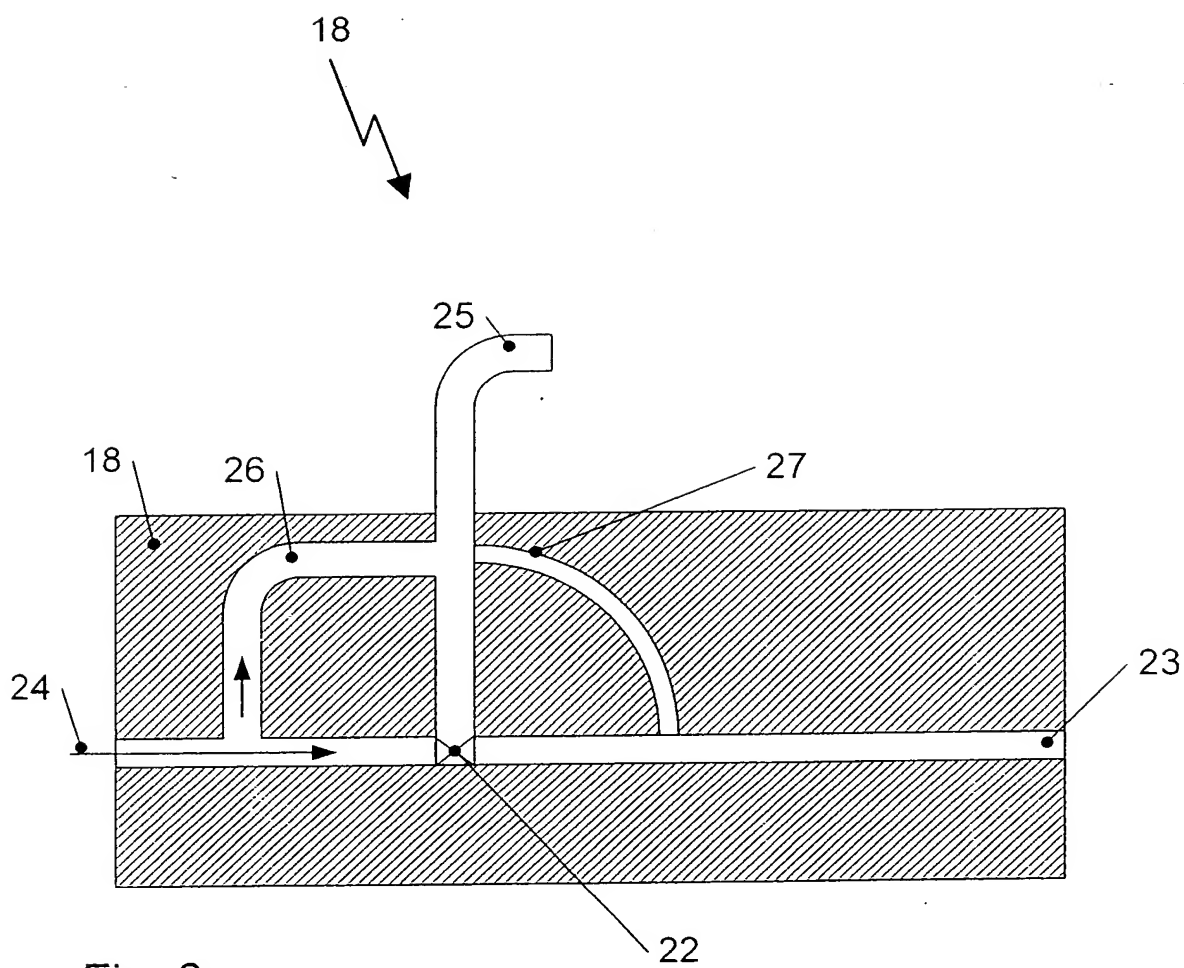


Fig. 6

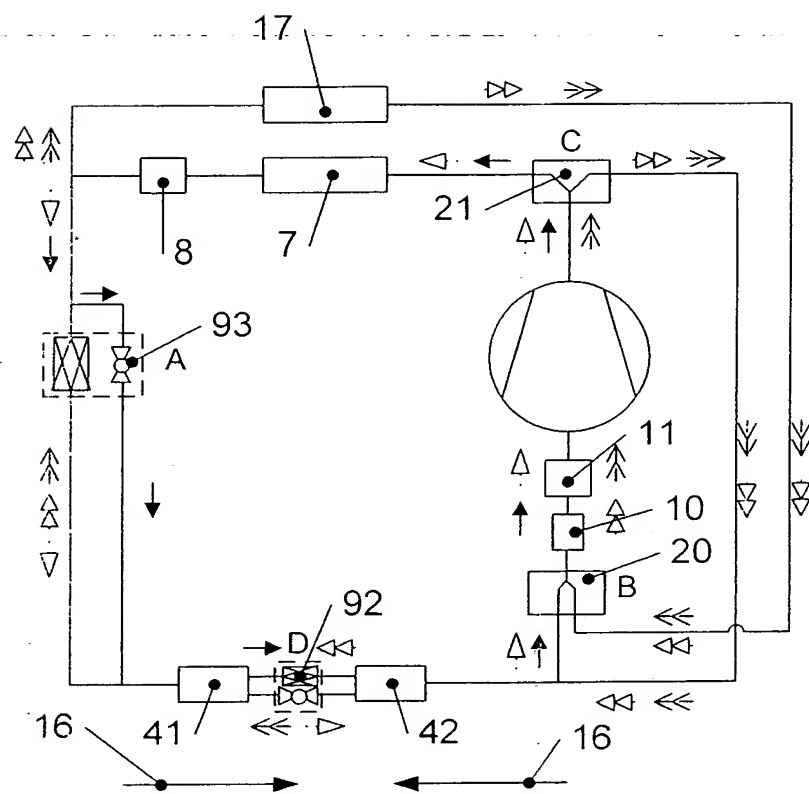


Fig. 7

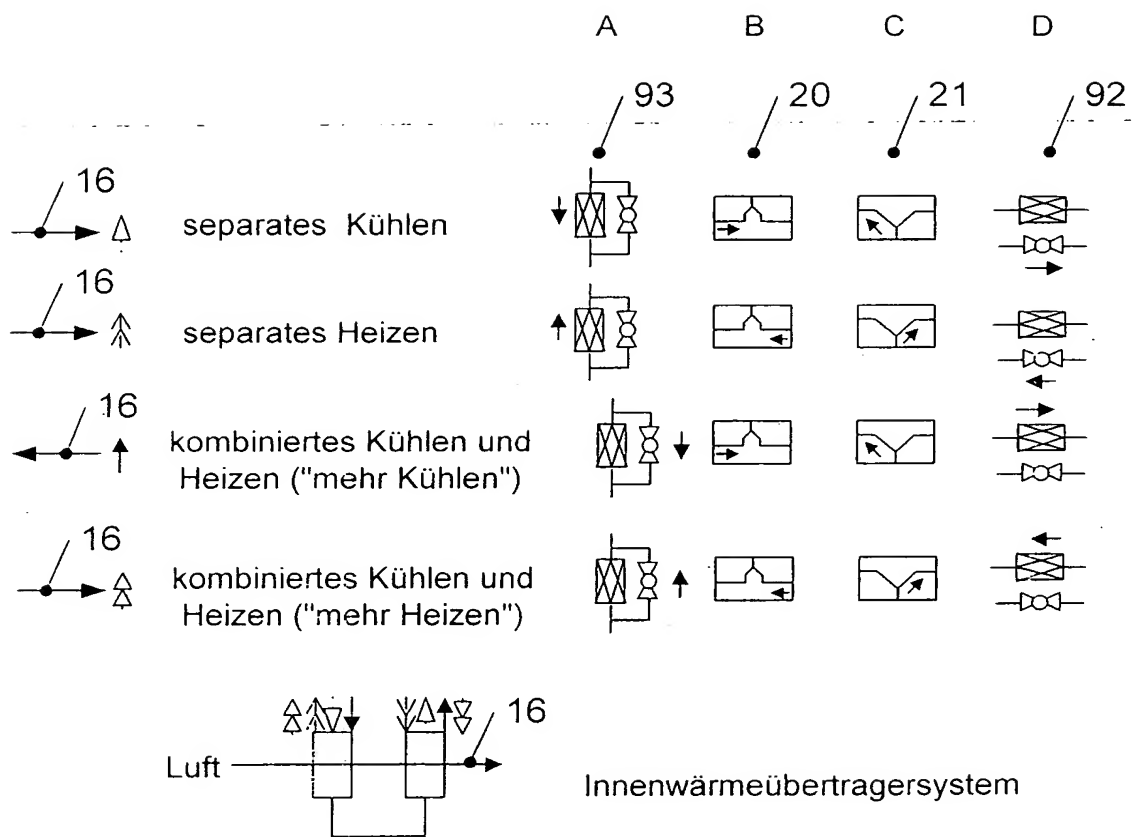


Fig. 8





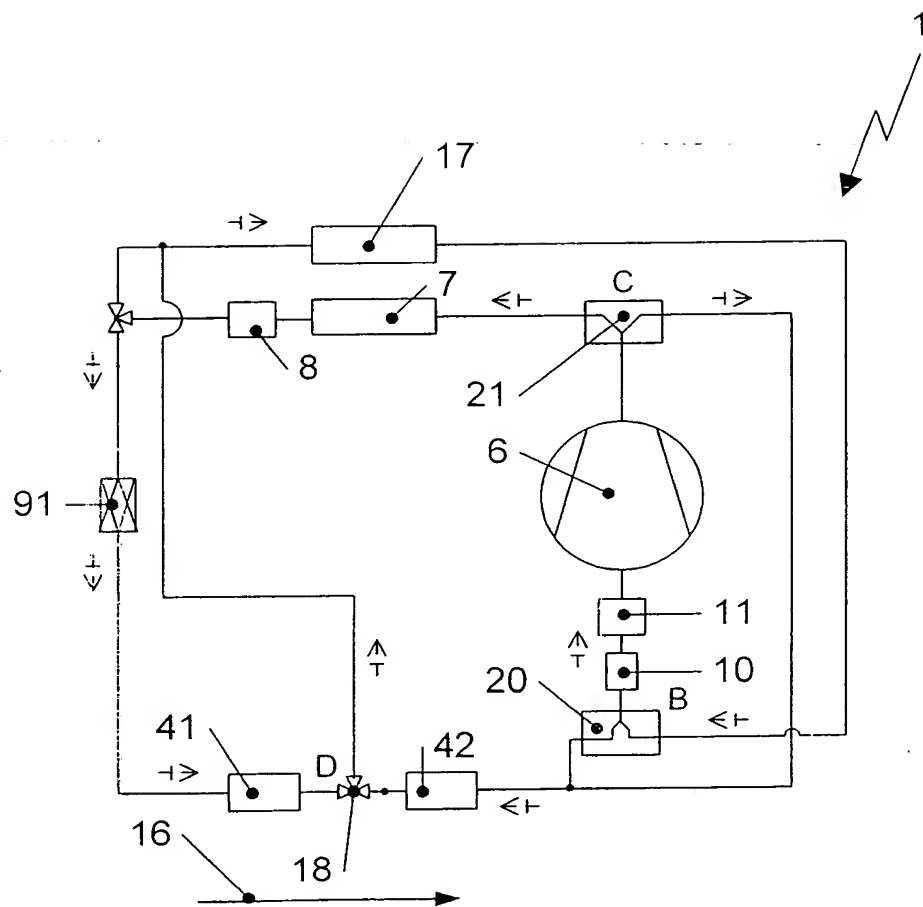


Fig. 10

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

### **Kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes**

- 10 Die Erfindung betrifft eine kombinierte Kälteanlage/Wärmepumpe zum Einsatz in Kraftfahrzeugen zum Kühlen, Heizen und Entfeuchten des Fahrzeuginnenraumes mittels einer Belüftungsanlage (3), welche sich dadurch auszeichnet, dass der Kältemittelkreislauf der Kälteanlage/Wärmepumpe (1) über ein Innenwärmeübertragersystem mit der Belüftungsanlage (3) thermisch gekoppelt ist und dass das Innenwärmeübertragersystem zwei
- 15 Funktionseinheiten A, B (41, 42) aufweist, wobei die Funktionseinheiten A, B (41, 42) im Heizbetrieb als Kondensator/Gaskühler der Wärmepumpe und im Kühlbetrieb als Verdampfer der Kälteanlage geschaltet sind und dass im kombinierten Entfeuchtungs-Reheat-Betrieb eine der Funktionseinheiten A, B
- 20 (41, 42) als Verdampfer und die andere als Kondensator/Gaskühler geschaltet ist.

Besonders vorteilhaft ist das Betreiben der erfindungsgemäßen Kälteanlage/Wärmepumpe mit dem Kältemittel Kohlendioxid.

25 Fig. 3

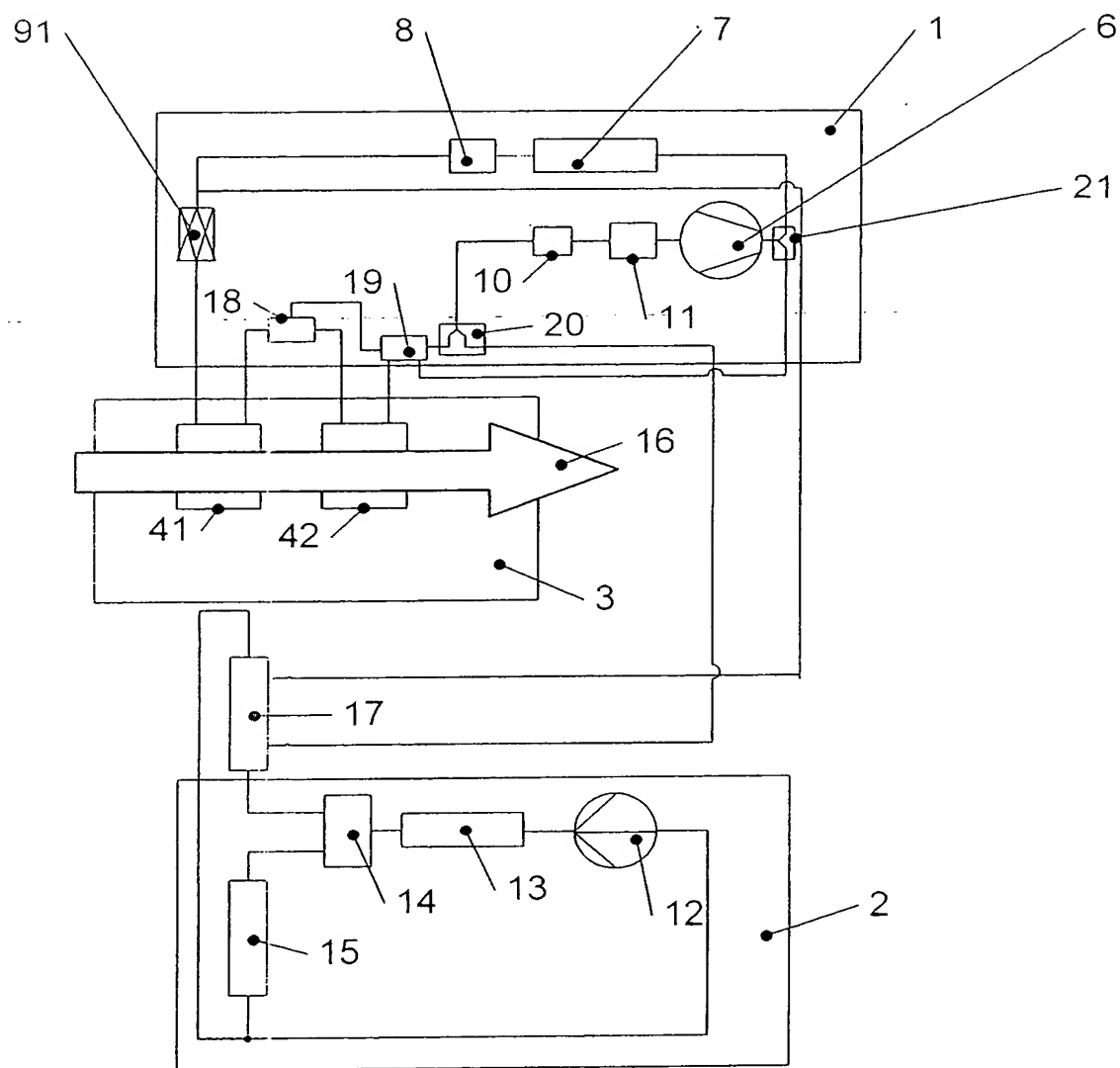


Fig. 3